

P/3156-20

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

1-c361 U.S. PTO
09/769922
01/28/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 1月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-017069

願 人

Applicant(s):

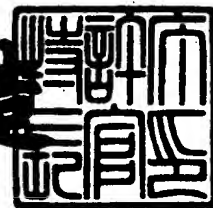
日本電気株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年11月 6日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3092043

【書類名】 特許願

【整理番号】 51105643

【提出日】 平成12年 1月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04L 27/20
H04J 11/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 家村 隆也

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080816

【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 朝道

【電話番号】 045-476-1131

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 030362

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9304371

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 自動直交制御機能を備えた復調器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直交検波器で直交検波された信号を入力し、該信号の同相及び直交成分の位相間における直交誤差を、該直交誤差を補正するための直交誤差信号に基づき、補正して出力する直交制御器と、

前記直交制御器から出力される直交誤差が補正された信号を入力とする自動利得制御器から出力される復調信号の同相及び直交成分について誤差信号を検出する誤差検出回路と、

前記誤差信号に基づき直交誤差を検出し前記直交誤差信号を前記直交制御器に対して供給する直交誤差検出器と、

を備えたことを特徴とする復調器。

【請求項 2】

直交変調されている信号を入力し直交検波して同相成分及び直交成分を出力する直交検波器と、

前記直交検波器から出力される同相成分及び直交成分を入力し、入力される直交誤差信号に基づき、前記同相成分と直交成分の位相間における直交誤差を補正して出力する直交制御器と、

前記直交制御器から出力される同相成分及び直交成分を入力し、入力される振幅誤差信号に基づき、それぞれの振幅誤差を補正した信号を復調信号の同相成分及び直交成分として出力する自動利得制御器と、

前記自動利得制御器から出力される復調信号の同相成分及び直交成分から、誤差信号の同相成分及び前記復調信号の同相成分の極性信号と、誤差信号の直交成分及び前記復調信号の直交成分の極性信号を、それぞれ検出して出力する誤差検出器と、

前記誤差検出器から出力される、誤差信号の同相成分及び前記復調信号の同相成分の極性信号と、誤差信号の直交成分及び前記復調信号の直交成分の極性信号を、に基づき、振幅誤差信号の同相成分と直交成分をそれぞれ生成して前記自動

利得制御器に出力する振幅誤差検出器と、

前記誤差検出器から出力される、誤差信号の同相成分及び前記復調信号の同相成分の極性信号と、誤差信号の直交成分及び前記復調信号の直交成分の極性信号を、に基づき、前記直交誤差信号を生成して、前記直交制御器に供給する直交誤差検出器と、

を備えたことを特徴とする復調器。

【請求項 3】

直交変調されている信号を入力し直交検波して正規の振幅の同相成分、直交成分を出力する直交検波器と、

前記直交検波器から出力される同相成分及び直交成分を入力し、直交誤差信号に基づき、前記同相成分と直交成分の位相間における直交誤差を補正して出力する直交制御器と、

前記直交制御器から出力される同相成分及び直交成分を入力し、それぞれの振幅誤差を補正した信号を復調信号の同相成分及び直交成分として出力する自動利得制御器と、

前記自動利得制御器から出力される復調信号の同相成分及び直交成分から、誤差信号の同相成分及び前記復調信号の同相成分の極性信号と、誤差信号の直交成分及び前記復調信号の直交成分の極性信号をそれぞれ検出して出力する誤差検出器と、

前記誤差検出器から出力される、誤差信号の同相成分及び前記復調信号の同相成分の極性信号と、誤差信号の直交成分及び前記復調信号の直交成分の極性信号と、に基づき、直交誤差信号を生成して前記直交制御器に供給する直交誤差検出器と、

を備えたことを特徴とする復調器。

【請求項 4】

前記直交制御器が、前記直交誤差検出器から出力される前記直交誤差信号を入力し平滑化して出力する第 1 の低域通過フィルタと、

前記直交検波器から出力される直交成分と前記第 1 の低域通過フィルタの出力とを乗算する第 1 の乗算器と、

前記直交検波器から出力される同相成分と前記第 1 の乗算器からの出力とを加算する第 1 の加算器と、

を備え、前記直交検波器から出力される直交成分はそのまま出力し、前記第 1 の加算器の出力を、直交誤差を補正した同相成分として出力する、ことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の復調器。

【請求項 5】

前記直交誤差検出器が、前記誤差検出器から出力される誤差信号の同相成分 (E_i) と前記復調信号の直交成分の極性信号 (D_q) とを乗算する第 2 の乗算器と、

前記誤差検出器から出力される誤差信号の直交成分 (E_q) と前記復調信号の同相成分の極性信号 (D_i) とを乗算する第 3 の乗算器と、

前記第 2 の乗算器の出力と前記第 3 の乗算器の出力とを加算する第 2 の加算器と、

を備え、前記第 2 の加算器の出力を前記直交誤差信号 (Q_d) として出力する、ことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の復調器。

【請求項 6】

前記自動利得制御器が、前記振幅誤差検出器から出力される振幅誤差信号の同相成分を平滑化して出力する第 2 の低域通過フィルタと、

前記振幅誤差検出器から出力される振幅誤差信号の直交成分を平滑化して出力する第 3 の低域通過フィルタと、

前記直交制御器から出力される同相成分と、前記第 2 の低域通過フィルタで平滑化した振幅誤差信号の同相成分と、を入力して乗算し乗算結果を復調信号の同相成分として出力する第 4 の乗算器と、

前記直交制御器から出力される直交成分と、前記第 3 の低域通過フィルタで平滑化した振幅誤差信号の直交成分と、を入力して乗算し乗算結果を復調信号の直交成分として出力する第 5 乗算器と、

を備えたことを特徴とする請求項 2 記載の復調器。

【請求項 7】

前記自動利得制御器が、前記直交制御器から出力される同相成分の絶対値を計

算する第 1 の絶対値計算回路と、

前記直交制御器から出力される直交成分の絶対値を計算する第 2 の絶対値計算回路と、

前記第 2 の絶対値計算回路の出力値から前記第 1 の絶対値計算回路の出力値を加算する第 3 の加算器と、

前記第 3 の加算器の出力を平滑化する第 4 の低域通過フィルタと、

前記直交制御器から出力される同相成分と前記第 4 の低域通過フィルタの出力とを乗算する第 6 の乗算器と、

を備え、

前記直交制御器から出力される直交成分はそのまま復調信号の直交成分として、前記第 6 の乗算器の出力を復調信号の同相成分として出力する、ことを特徴とする請求項 3 記載の復調器。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、復調器に関し、特に、ディジタル無線通信システムにおける直交検変調された信号の検波信号の誤差を自動補正する復調器に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

図 1 1 は、従来の復調器の構成の一例を示す図である。図 1 1 を参照すると、この復調器は、直交検波器 1、自動振幅制御器（「A G C」ともいう）3、誤差検出器 3、振幅誤差検出器 4 とを備えている。

【 0 0 0 3 】

入力される変調信号は、Q P S K (Quadrature Phase Shift Keying)、Q A M (Quadrature Amplitude Modulation) 等の直交変調方式により変調されているものとし、それぞれの直交成分（チャンネル）について同相（I c h）、直交（Q c h）という表記を用いる。直交検波器 1 は、I F（中間周波）信号として、入力された直交変調信号を、I c h 2、Q c h 2 のベースバンド信号として出力する。なお、直交復調器 1 は、同期検波、準同期検波、遅延検波等、周知の

検波回路より構成される。

【0004】

AGC 2 は、I c h 2、Q c h 2 を入力とし、振幅誤差検出器 4 から入力される振幅誤差信号 A i、A q を用いて、振幅誤差の補正を行い正規の振幅を持った信号 I c h 3、Q c h 3 を出力する。

【0005】

誤差検出器 3 は、AGC 2 から出力される I c h 3、Q c h 3 を用いて、誤差信号 E i、E q と、極性信号 D i、D q を出力する。

【0006】

振幅誤差検出器 4 は、誤差検出器 3 から出力される E i、E q、及び D i、D q を用いて、I c h、Q c h それぞれの振幅誤差信号である A i、A q を出力する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図 1 1 に示した従来の復調器においては、変調時に生じた直交ずれを補正することは出来ない。

【0008】

そして、近時、直交変調器なるアナログの IC (デバイス) も製造販売されており、変調器の直交調整を自動的に行うものも存在するが、精度がよいとはいえない。特に、QAM 等の多値変調方式に対応しているとは言い難く、これらのデバイス製品を適用すると、BER (ビット誤り率) の劣化等を招いてしまうことになる。結局、多値変調方式における変調器の直交ずれの調整は、もっぱら手動に頼らざるを得なくなる。

【0009】

上記したように、従来の復調器においては、変調時に生じた直交ずれを補正することは出来ない。

【0010】

そして、上記したように、アナログの直交変調器が適用できる場合を除いて、アナログ的に手動で調整する必要があった。このため、装置製造時等に、直交調

整工程が必要とされ、余分な時間、作業工数を要していた。

【 0 0 1 1 】

さらに、アナログ的に手動で調整された復調回路は、アナログ部品の温度、湿度等による変化、あるいは経時変動を起こす可能性も高く、長期に渡って、直交性を保証することは困難である、という問題点を有している。

【 0 0 1 2 】

その結果、変調器側で直交誤差が生じると、従来の復調器では、補正が不可能であるため、図 8 に示すような復調信号（再生信号）が得られることになり、当然、誤り率等の特性が劣化する。

【 0 0 1 3 】

したがって本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、その目的は、デジタル的に自動的に直交誤差の補正制御を行うことにより、変調器側で精密な調整を行うことを不要とするとともに、誤り率等の特性劣化を長期にわたって引き起こさずに、動作安定性、高信頼性を保証する復調器を提供することにある。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成する本発明は、直交検波器で直交検波された信号に対して直交誤差を補正する直交制御器を備え、前記直交制御器から出力される直交誤差が補正された信号を入力とする自動利得制御器から出力される復調信号から同相、直交信号成分について検出された誤差信号に基づき、直交誤差を検出し前記直交制御器に供給する直交誤差検出器を備えている。

【 0 0 1 5 】

本発明は、直交変調されている信号を入力し直交検波して同相成分及び直交成分を出力する直交検波器と、前記直交検波器から出力される同相成分及び直交成分を入力し、直交誤差信号に基づき、前記同相成分と直交成分の位相間における直交誤差を補正して出力する直交制御器と、前記直交制御器から出力される同相成分、直交成分を入力し、振幅誤差信号に基づき、それぞれの振幅誤差を補正した信号を復調信号の同相成分、直交成分として出力する自動利得制御器と、前記

自動利得制御器から出力される復調信号の同相成分と直交成分から、誤差信号の同相成分及び復調信号の同相成分の極性信号と、誤差信号の直交成分及び復調信号の直交成分の極性信号を、それぞれ検出して出力する誤差検出器と、前記誤差検出器から出力される、誤差信号の同相成分及び復調信号の同相成分の極性信号と、誤差信号の直交成分及び復調信号の直交成分の極性信号と、に基づき、振幅誤差信号の同相成分と直交成分をそれぞれ生成して前記自動利得制御器に出力する振幅誤差検出器と、前記誤差検出器から出力される、誤差信号の同相成分及び復調信号の同相成分の極性信号と、誤差信号の直交成分及び復調信号の直交成分の極性信号と、に基づき、前記直交誤差信号を生成して、前記直交制御器に供給する直交誤差検出器と、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

また本発明は、直交変調されている信号を入力し直交検波して正規の振幅の同相成分、直交成分を出力する直交検波器と、前記直交検波器から出力される同相成分、直交成分を入力し、直交誤差信号に基づき、前記同相成分と直交成分の位相間における直交誤差を補正して出力する直交制御器と、前記直交制御器から出力される同相成分、直交成分を入力し、それぞれの振幅誤差を補正した信号を復調信号の同相成分、直交成分として出力する自動利得制御器と、前記自動利得制御器から出力される復調信号の同相成分、直交成分から、誤差信号の同相成分及び復調信号の同相成分の極性信号と、誤差信号の直交成分及び復調信号の直交成分の極性信号をそれぞれ検出して出力する誤差検出器と、前記誤差検出器から出力される、誤差信号の同相成分及び復調信号の同相成分の極性信号と、誤差信号の直交成分及び復調信号の直交成分の極性信号と、に基づき、直交誤差信号を生成して前記直交制御器に供給する直交誤差検出器と、を備えている。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について説明する。本発明の復調器は、その好ましい一実施の形態において、図 1 を参照すると、中間周波信号（ $I F$ $I N$ ）を入力し直交検波して同相成分（ $I c h 1$ ）、直交成分（ $Q c h 1$ ）を出力する直交検波器（1）と、直交検波器（1）からの同相成分、直交成分を入力し、直交誤差信号

(Q d) に基づき、直交誤差を補正する直交制御器 (6) と、直交制御器 (6) から出力される同相成分 (I c h 2)、直交信号 (Q c h 2) を入力し、振幅誤差の同相成分と直交成分 (A i、A q) により振幅誤差を補正した信号を、復調信号の同相成分 (I c h 3)、直交成分 (Q c h 3) として出力する自動利得制御器 (2) と、自動利得制御器 (2) から出力される復調信号の同相成分、直交成分 (I c h 3、Q c h 3) を入力し、誤差信号の同相成分及びその極性信号 (E i、D i) と、誤差信号の直交成分及びその極性信号 (E q、D q) を検出して出力する誤差検出器 (3) と、誤差検出器 (3) から出力される、誤差信号の同相成分 (E i) 及び復調信号の同相成分 (I c h 3) の極性信号 (D i) と、誤差信号の直交成分 (E q) 及び復調信号の直交成分 (Q c h 3) の極性信号 (D q) に基づき、振幅誤差の同相成分と直交成分 (A i、A q) を自動利得制御器 (2) に出力する振幅誤差検出器 (4) と、誤差検出器 (3) から出力される、誤差信号の同相成分 (E i) 及び極性信号 (D i) と、誤差信号の直交成分 (E q) 及び極性信号 (D q) に基づき、直交誤差信号 (Q d) を生成して、直交制御器 (6) に出力する直交誤差検出器 (5) と、を備え、直交制御器 (6) によって、変調時に生じた同相成分 (I c h) と直交成分 (Q c h) の位相間における直交誤差を補正する。

【 0 0 1 8 】

直交制御器 (6) は、図 7 を参照すると、直交誤差信号 (Q d) を平滑化する第 1 の低域通過フィルタ (6 3) と、直交検波器から出力される直交成分 (Q c h 1) と第 1 の低域通過フィルタ (6 3) の出力とを乗算する第 1 の乗算器 (6 2) と、直交検波器から出力される同相成分 (I c h 1) と第 1 の乗算器 (6 2) からの出力とを加算する第 1 の加算器 (6 1) と、を備え、直交成分はそのまま出力し、第 1 の加算器 (6 1) の出力を、直交誤差を補正した同相成分として、出力する。

【 0 0 1 9 】

直交誤差検出器 (5) は、図 6 を参照すると、誤差検出器 (3) から出力される誤差信号の同相成分 (E i) と、復調信号の直交成分 (Q c h 3) の極性信号 (D q) を乗算する第 2 の乗算器 (5 1) と、誤差検出器 (3) から出力される

誤差信号の直交成分 (E_q) と、復調信号の同相成分 (I_{ch3}) の極性信号 (D_i) を乗算する第3の乗算器 (52) と、第2及び第3の乗算器 (51、52) の出力を加算する第2の加算器 (53) と、を備え、第2の加算器 (53) の出力を直交誤差信号 (Q_d) として出力する。

【0020】

自動利得制御器 (2) は、図2を参照すると、振幅誤差検出器 (4) から出力される振幅誤差の同相成分 (A_i) を平滑化する第2の低域通過フィルタ (24) と、振幅誤差検出器 (4) から出力される振幅誤差の直交成分 (A_q) を平滑化する第3の低域通過フィルタ (23) と、直交制御器 (6) から出力される同相成分 (I_{ch2}) と、前記第2の低域通過フィルタ (24) で平滑化した振幅誤差信号の同相成分と、を入力して乗算し乗算結果を復調信号の同相成分 (I_{ch3}) として出力する第4の乗算器 (21) と、直交制御器 (6) から出力される直交成分 (Q_{ch2}) と、前記第3の低域通過フィルタ (23) で平滑化した直交振幅誤差信号と、を入力して乗算し乗算結果を復調直交信号 (Q_{ch3}) として出力する第5乗算器 (22) と、を備える。

【0021】

また本発明の復調器は、その好ましい別の実施の形態において、図9を参照すると、中間周波信号を入力し直交検波し正規の振幅の同相成分 (I_{ch1})、直交成分 (Q_{ch1}) を出力する直交検波器 (7) と、直交検波器 (7) からの同相成分、直交成分を入力し、直交誤差信号 (Q_d) に基づき、直交誤差を補正する直交制御器 (6) と、直交制御器 (6) から出力される同相成分 (I_{ch2})、直交成分 (Q_{ch2}) を入力し、それぞれの振幅誤差を補正した復調信号の同相成分 (I_{ch3})、直交成分 (Q_{ch3}) を出力する自動利得制御器 (8) と、自動利得制御器 (8) から出力される復調信号の同相成分と直交成分を入力し、誤差信号の同相成分及びその極性信号 (E_i 、 D_i) と、誤差信号の直交成分及びその極性信号 (E_q 、 D_q) を出力する誤差検出器 (3) と、誤差検出器 (3) から出力される誤差信号の同相成分及びその極性信号 (E_i 、 D_i) と、直交成分及びその極性信号 (E_q 、 D_q) に基づき、直交誤差信号 (Q_d) を生成して直交制御器 (6) に出力する直交誤差検出器 (5) と、を備えている。

【 0 0 2 2 】

自動利得制御器 (8) は、図 10 を参照すると、直交制御器 (6) から出力される同相成分 (I_{ch2}) の絶対値を計算する第 1 の絶対値計算回路 (82) と、前記直交制御器 (6) から出力される直交成分 (Q_{ch2}) の絶対値を計算する第 2 の絶対値計算回路 (83) と、第 2 の絶対値計算回路 (83) の出力値から第 1 の絶対値計算回路 (82) の出力値を加算する加算器 (84) と、加算器 (84) の出力を平滑化する第 4 の低域通過フィルタ (85) と、直交制御器から出力される同相成分 (I_{ch2}) と第 4 の低域通過フィルタ (85) の出力とを乗算する第 6 の乗算器 (81) と、を備え、直交制御器 (6) から出力される直交成分 (Q_{ch2}) はそのまま復調信号の直交成分 (Q_{ch3}) として、第 6 の乗算器 (81) の出力を復調信号の同相成分 (I_{ch3}) として出力する。

【 0 0 2 3 】

【実施例】

上記した本発明の実施の形態についてさらに詳細に説明すべく、本発明の実施例について図面を参照して以下に説明する。

【 0 0 2 4 】

図 1 は、本発明の復調器の一実施例の構成を示す図である。図 1 を参照すると、本発明の一実施例は、直交検波器 1、AGC 2、誤差検出器 3、振幅誤差検出器 4、直交誤差検出器 5、直交制御器 6 を有する。入力される変調信号は、QPSK、QAM 等の直交変調方式により変調されているものとし、それぞれの直交成分 (チャネル) について、同相 (I_{ch})、直交 (Q_{ch}) という表記を用いる。

【 0 0 2 5 】

直交復調器 1 は、IF (中間周波) 信号として、入力された直交変調信号を、 I_{ch1} 、 Q_{ch1} のベースバンド信号として出力する。なお、直交復調器 1 は、同期検波、準同期検波、遅延検波等、周知の検波回路より構成される。

【 0 0 2 6 】

直交制御器 6 は、直交復調器 1 から出力されるベースバンド信号 I_{ch1} 、 Q_{ch1} を入力として、直交誤差検出器 5 から入力される直交誤差信号 Q_d を用い

て、直交誤差が除去された信号 I_{ch2} 、 Q_{ch2} を出力する。

【0027】

AGC2は、 I_{ch2} 、 Q_{ch2} を入力として、振幅誤差検出器4から入力される振幅誤差信号 A_i 、 A_q を用いて、正規の振幅を持った信号 I_{ch3} 、 Q_{ch3} を出力する。

【0028】

誤差検出器3は、AGC2から出力される I_{ch3} 、 Q_{ch3} を用いて、誤差信号 E_i 、 E_q 、極性信号 D_i 、 D_q を出力する。

【0029】

振幅誤差検出器4は、誤差検出器3から出力される E_i 、 E_q 、 D_i 、 D_q を用いて、 I_{ch} 、 Q_{ch} それぞれの振幅誤差信号である A_i 、 A_q を出力する。

【0030】

直交誤差検出器5は、誤差検出器3の出力である E_i 、 E_q 、 D_i 、 D_q を用いて、直交誤差信号 Q_d を出力する。

【0031】

復調器の各部の構成について図面を参照して以下に説明する。

【0032】

図2は、AGC2の構成の一例を示す図である。図2を参照すると、AGC2は、乗算器21、22、低域通過フィルタ(LPF)23、24と、を備えて構成されている。AGC2は、振幅誤差検出器4から出力される振幅誤差信号 A_i 、 A_q を用いて、直交制御器6から出力される信号 I_{ch2} 、 Q_{ch2} が正規の信号点位置にのるように、振幅制御を行い、復調信号 I_{ch3} 、 Q_{ch3} を得る。

【0033】

図3は、AGC2のLPF23、24及び、後述する直交制御器6に含まれるLPF63の構成の一例を示す図である。図3を参照すると、低域通過フィルタ(LPF)は、遅延素子として機能するフリップフロップ232と、加算器231とを備えた積分器よりなる。すなわち、現在の信号と、フリップフロップ232と1クロック分遅延された信号とが加算器231で加算され、フリップフロップ

プ232でラッチ出力される。

【0034】

図4は、誤差検出器3の構成の一例を示す図である。図4を参照すると、誤差検出器1は、信号点誤差検出器31、32から構成されている。信号点誤差検出器31、32は、それぞれ入力信号Ich3、Qch3の正規の信号点位置からの誤差を検出して、誤差信号Ei、Eqを出力する。

【0035】

入力信号Ich3、Qch3が正規の信号点位置より正の方向にずれたときには、誤差信号Ei、Eqは負の値、逆に、負の方向にずれたときには正の値が出力されるものとする。正規の信号点位置は、変調方式によって異なるので、変調方式を指定する信号MODが信号点誤差検出器31、32に入力されている。極性信号Di、Dqは、Ich3、Qch3の極性を表すものであり、それぞれの符号(Sign)ビットから得られる。

【0036】

図5は、振幅誤差検出器4の構成を示す図である。図5を参照すると、振幅誤差検出器4は、誤差信号の同相成分Eiと極性信号Diを乗算して振幅誤差信号Aiを出力する乗算器42と、誤差信号の直交成分Eqと極性信号Dqを乗算して振幅誤差信号Aqを出力する乗算器41とを備えている。

【0037】

図6は、直交誤差検出器5の構成を示す図である。図6を参照すると、直交誤差検出器5は、乗算器51、52と加算器53で構成される。EiとDq、EqとDiをそれぞれ乗算器51、52でそれぞれ乗算した結果を加算器53で加算することによって直交誤差信号Qdを得る(次式(1)参照)。

【0038】

図7は、直交制御器6の構成を示す図である。図7を参照すると、直交制御器6は、加算器61、乗算器62、LPF63を備えて構成されている。

【0039】

直交誤差検出器5の出力である直交誤差信号QdをLPF63で平滑化し、LPF63の出力を乗算器62でQch1と乗算し、その乗算結果を、加算器61

で I_{ch1} に加算したもの (I_{ch1} から乗算結果を差し引いた値) を、 I_{ch2} として出力することによって、直交誤差を補正する。 Q_{ch} 側の出力 Q_{ch2} は、 Q_{ch1} そのものである。

【0040】

本発明の一実施例の動作について直交制御器 6 を中心に説明する。

【0041】

誤差検出器 3 によって得られる、信号点誤差信号 E_i 、 E_q 及び極性信号 D_i 、 D_q は、再生信号が正規の信号点位置に対して正の方向にずれているか、負の方向にずれているかを表している。直交制御を行うには、これを、直交誤差信号に変換する必要がある。

【0042】

図 8 は、QPSK 変調を行うときに、直交ずれがあった場合の復調信号を、 $I-Q$ の複素平面上に表したものである。図 8 より、本来、各信号点と原点の距離は等しいため、正方形の頂点上にあるはずの信号点が、菱形状になっていることがわかる、この状態を補正するには、図 8 に示すように、正規の信号点からの対角線方向のずれを補正するような誤差信号が必要になる。

【0043】

この誤差信号を得るには、次式 (1) で与えられる直交誤差信号 Q_d を用いればよい。

【0044】

$$Q_d = E_i \cdot D_q + E_q \cdot D_i \quad \cdots (1)$$

【0045】

直交誤差検出器 5 は、この Q_d を生成している。

【0046】

直交誤差信号に基づく、直交誤差の制御について説明する。直交検波器 7 に入力される IF 入力信号を $A(t)$ 、直交検波器 7 におけるローカル発振器 (不図示) の角速度を ω [rad/s]、直交誤差を δ [rad] とすると、直交制御器 6 に対してデジタル信号の I_{ch1} 、 Q_{ch2} を提供する A/D (アナログ・デジタル) 変換器 (不図示) に入力される I_{ch} 、 Q_{ch} の各信号は、次式

(2)、(3) で与えられる。

【 0 0 4 7 】

$$\begin{aligned} I_{ch} &= A(t) \cos(\omega t + \delta) \\ &= A(t) \cos \omega t \cdot \cos \delta - A(t) \sin \omega t \cdot \sin \delta \\ &= A(t) \cos \omega t \cdot \cos \delta - Q_{ch} \cdot \sin \delta \quad \dots (2) \end{aligned}$$

【 0 0 4 8 】

$$Q_{ch} = A(t) \sin \omega t \quad \dots (3)$$

【 0 0 4 9 】

この信号が正常に復調されるには、上式 (2) の I_{ch} に含まれる δ を消去する必要があるが、そのうち、

$$A(t) \cos \omega t \cdot \cos \delta$$

の項は、 I_{ch} のゲインが低下しているだけであり、AGC 2 で補正することができる。

【 0 0 5 0 】

したがって、上式 (2) の I_{ch} において、

$$- Q_{ch} \cdot \sin \delta$$

の項を補正すればよいことになる。

【 0 0 5 1 】

δ は短期的には定数とみなせることから、上記直交誤差信号と Q_{ch} の値を掛け合わせた値を、 I_{ch} に加算することによって、直交誤差を補正することができる。本発明の一実施例においては、図 7 に示した直交制御器 6 において、上記した補正動作を行っている。

【 0 0 5 2 】

次に、本発明の他の実施例について説明する。図 9 は、本発明の第 2 の実施例を示したものである。図 9 を参照すると、本発明の第 2 の実施例が、図 1 に示した前記第 1 の実施例と異なるのは、直交検波器 7 及び AGC 8 である。

【 0 0 5 3 】

前記第 1 の実施例では、最終的に、AGC 2 によって、 I_{ch} 、 Q_{ch} ともに振幅補正がされるため、直交検波器 1 では、正規の振幅の信号を出力する必要は

ない。一方、本発明の第 2 の実施例においては、直交検波器 2 は、正規の振幅の信号を出力する。このため、A G C 8 は、正規の振幅にのせるための動作を行う必要は無くなり、直交制御器 6 で補正されなかった I c h のゲインの低下のみを補正すればよい。

【 0 0 5 4 】

図 1 0 は、A G C 8 の構成の一例を示す図である。図 1 1 を参照すると、A G C 8 は、乗算器 8 1、絶対値回路（計算器）8 2、8 3、加算器 8 4、L P F 8 5 を備えて構成されている。絶対値計算器 8 2、8 3 で、それぞれ I c h 2、Q c h 2 の振幅を計算し、その大小関係を、加算器 8 4 によって、I c h、Q c h の振幅誤差信号を得る（加算器 8 4 は絶対値計算器 8 3 の出力値から絶対値計算器 8 2 の出力値を差し引いた値を出力する減算器として機能する）。加算器 8 4 で得られた振幅誤差信号を、L P F 8 5 で平滑化し、平滑化した振幅誤差信号と I c h とを乗算器 8 1 で乗算し、乗算結果を I c h 3 として出力し、直交制御器 6 からの Q c h 2 は、そのまま Q c h 3 として出力し、I c h と Q c h の振幅差を補正することが出来る。

【 0 0 5 5 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、直交検波器で直交検波された信号を入力し、同相、直交信号の位相間における直交誤差を補正する直交制御器を備え、前記直交制御器から出力される、直交誤差が補正された信号を入力とする自動利得制御器から出力される復調信号の同相、直交信号成分について誤差検出回路で検出された誤差信号に基づき、前記直交誤差を検出し、前記直交制御器に供給する直交誤差検出器を備えた構成としたことにより、アナログ的な回路要素も手動による調整も必要なく、全てデジタル的にかつ自動的に変調器の直交誤差を取り除くことが出来る、という効果を奏する。また、本発明によれば、全デジタル化されていることによって、L S I 化が容易である、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施例の構成を示す図である。

【図 2】

本発明の一実施例の A G C の構成を示す図である。

【図 3】

本発明の一実施例の L P F の構成を示す図である。

【図 4】

本発明の一実施例の誤差検出器の構成を示す図である。

【図 5】

本発明の一実施例の振幅誤差検出器の構成を示す図である。

【図 6】

本発明の一実施例の直交誤差検出器の構成を示す図である。

【図 7】

本発明の一実施例の直交制御器の構成を示す図である。

【図 8】

Q P S K 変調を行うときに、直交ずれがあった場合の復調信号を、I - Q の複素平面上に表した図である。

【図 9】

本発明の他の実施例の構成を示す図である。

【図 1 0】

本発明の他の実施例の A G C の構成を示す図である。

【図 1 1】

従来の復調器の構成の一例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 直交検波器
- 2 自動利得制御器
- 3 誤差検出器
- 4 振幅誤差検出器
- 5 直交誤差検出器
- 6 直交制御器
- 2 1、2 2 乗算器

2 3、2 4 低域通過フィルタ (L P F)

2 3 1 加算器

2 3 2 フリップフロップ

3 1、3 2 信号誤差検出器

4 1、4 2 乗算器

5 1、5 2 乗算器

5 3 加算機

6 1 加算器

6 2 乗算器

6 3 低域通過フィルタ (L P F)

8 1 乗算器

8 2、8 3 絶対値計算回路

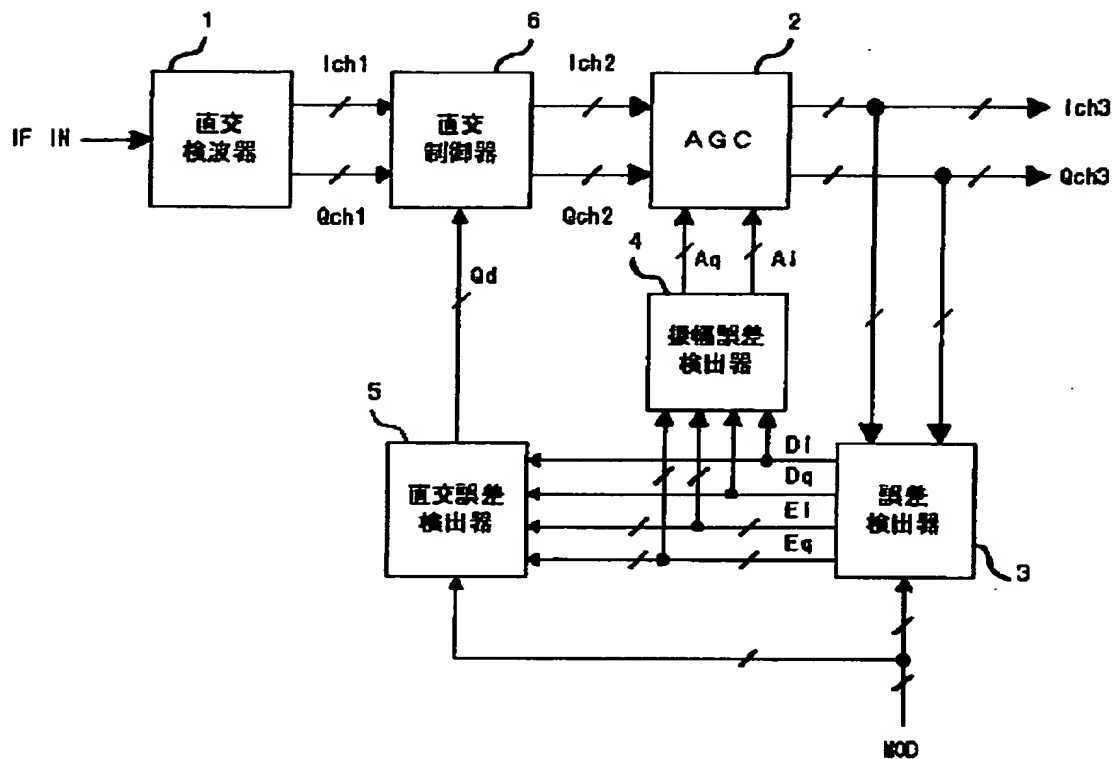
8 4 加算器 (減算器)

8 5 低域通過フィルタ (L P F)

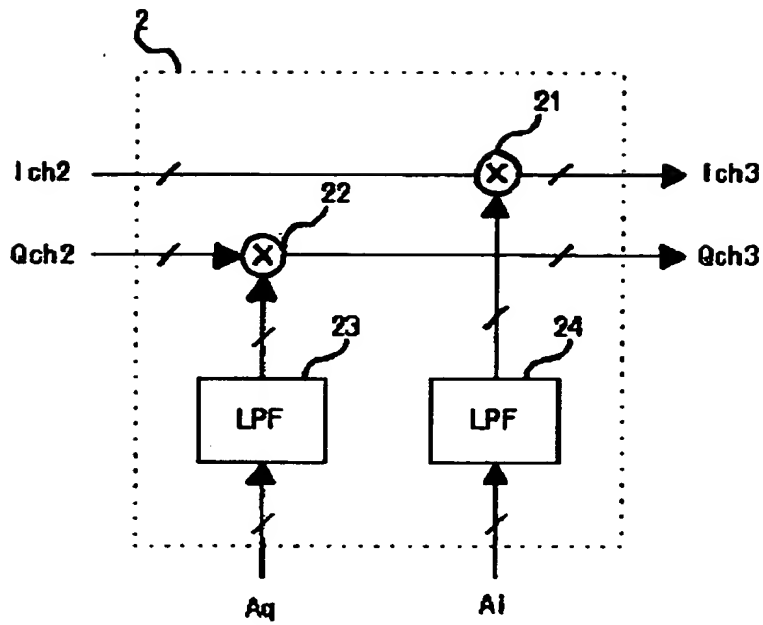
【書類名】

図面

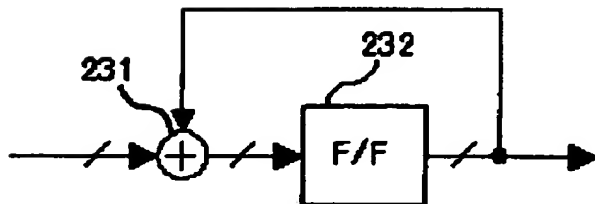
【図1】



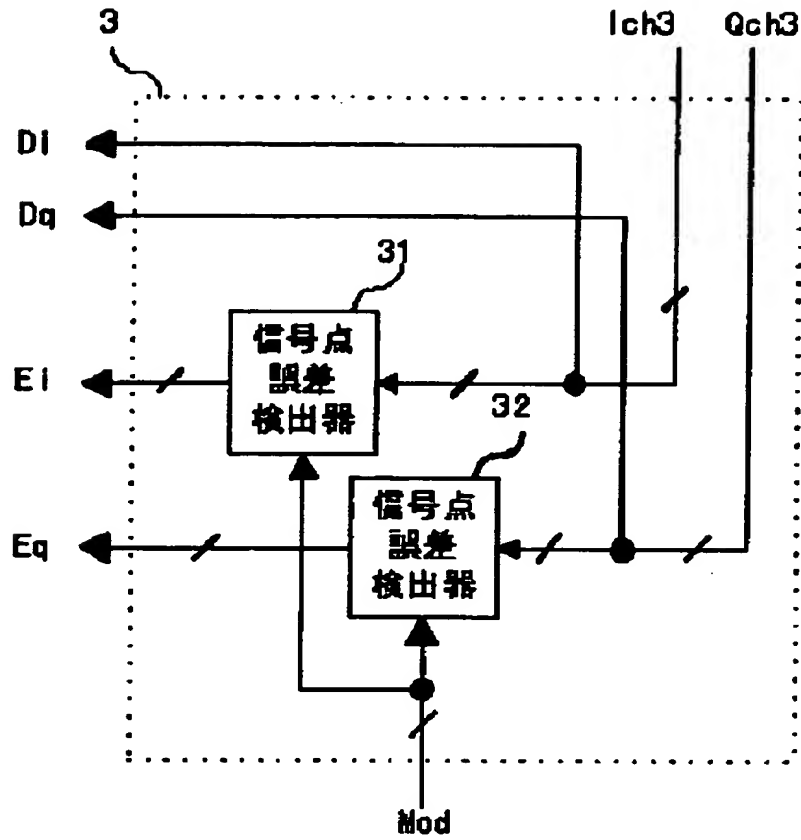
【図 2】



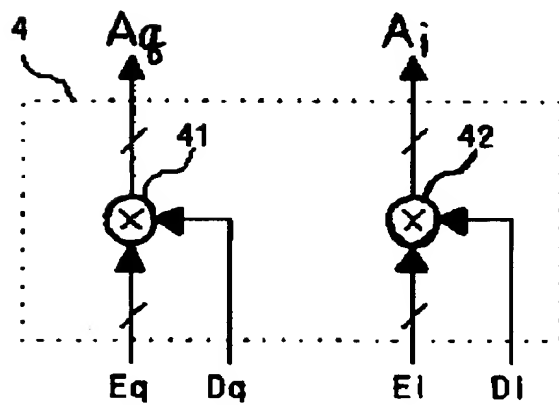
【図 3】



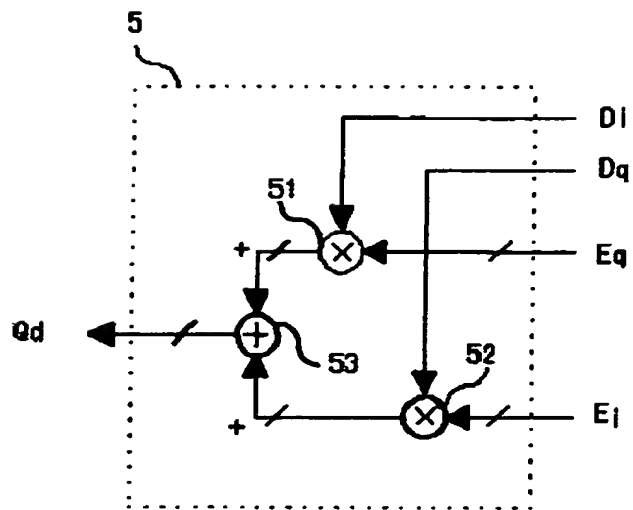
【図 4】



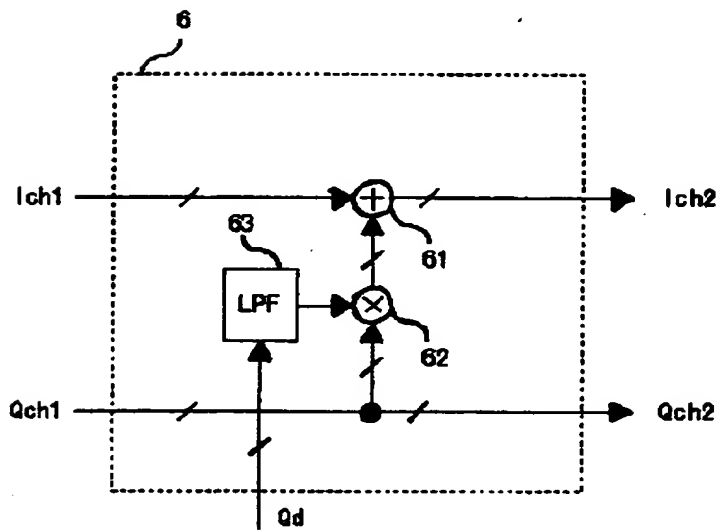
【図 5】



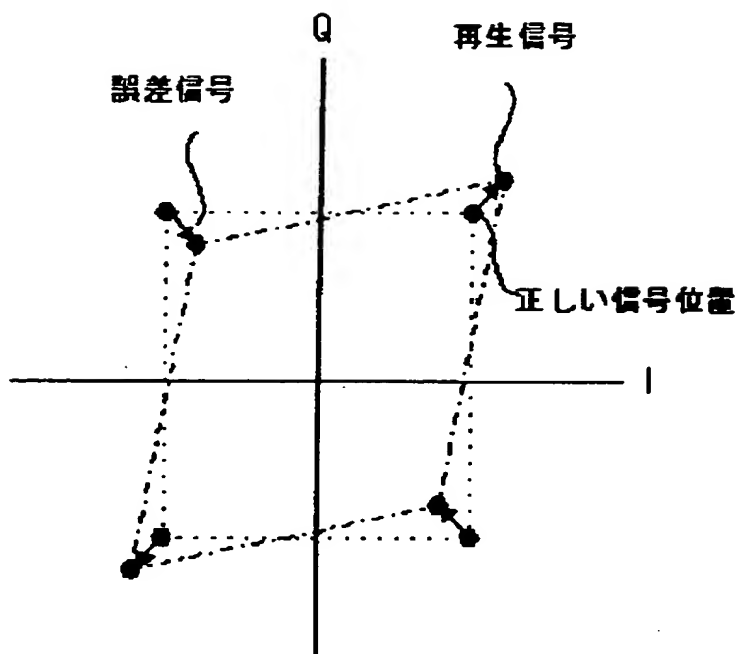
【図 6】



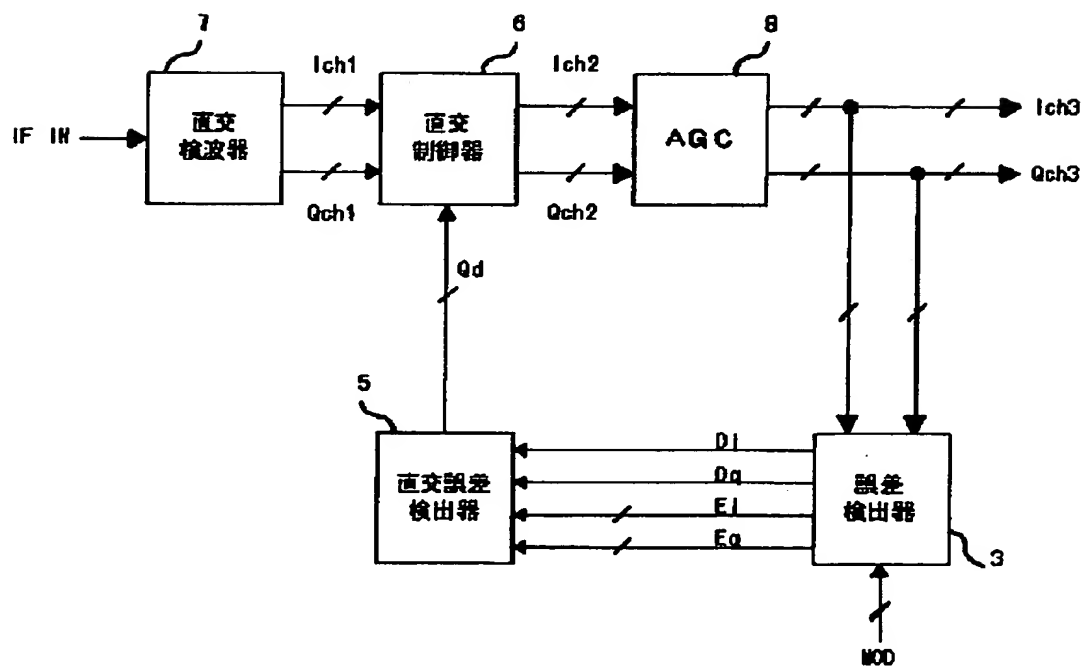
【図 7】



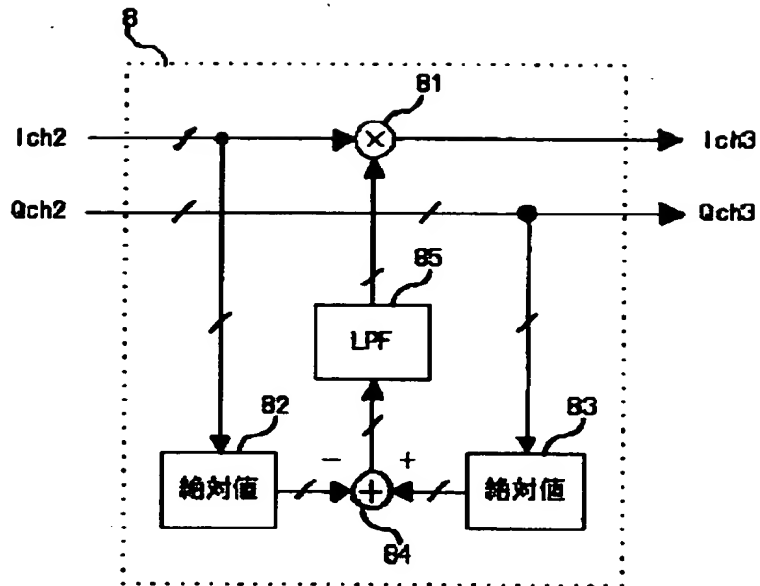
【図8】



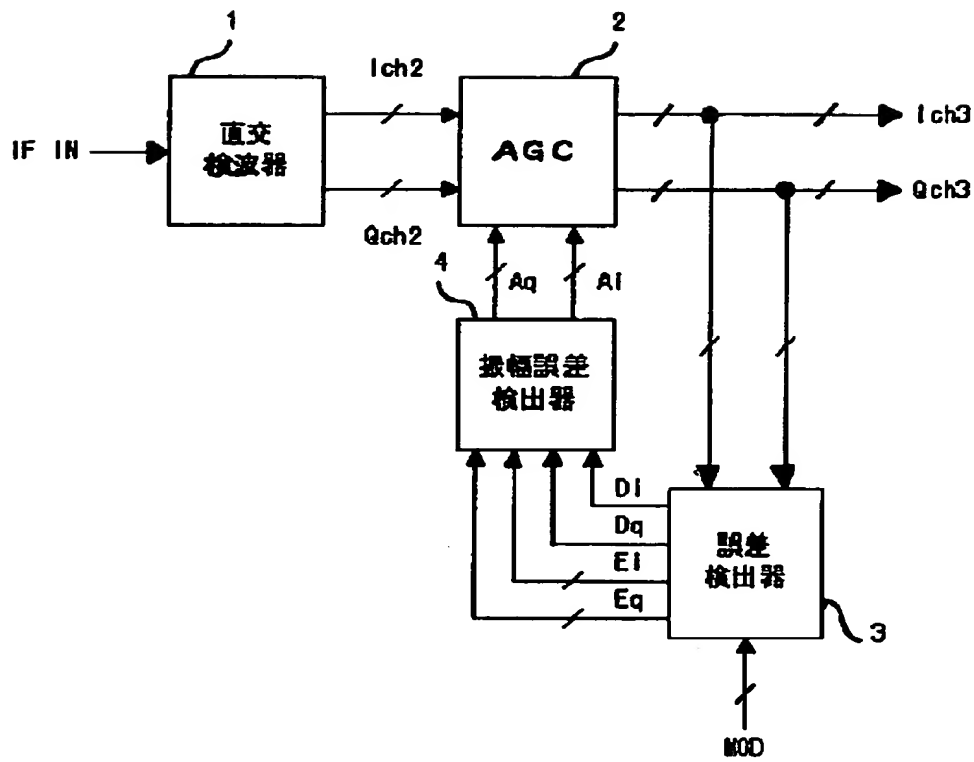
【図9】



【図10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

自動的に直交制御を行い、変調器側で厳密な調整する必要が無く、かつ長期にわたって誤り率等の特性劣化を引き起こさない復調器の提供。

【解決手段】

直交検波器からの同相、直交成分を入力し直交誤差信号に基づき、同相、直交成分の位相間における直交誤差を補正する直交制御器と、直交制御器から出力される同相、直交成分を入力し、振幅誤差信号により振幅誤差を補正した復調信号の同相、直交成分を出力する自動利得制御器と、復調信号の同相、直交成分を入力し、誤差信号の同相、直交成分と極性信号を出力する誤差検出器と、誤差信号の同相成分と直交成分及びそれぞれの極性信号に基づき、振幅誤差の同相、直交成分を自動利得制御器に出力する振幅誤差検出器と、誤差信号の同相、直交成分及び極性信に基づき、直交誤差信号を生成し直交制御器に出力する直交誤差検出器を備える。

【選択図】

図 1

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名	日本電気株式会社